

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Neuroscienze  
Direttore Prof. Edoardo Stellini**

**CORSO DI LAUREA IN IGIENE DENTALE  
Presidente Prof. E. Stellini**

**TESI DI LAUREA**

**Effetti Comparativi di Diversi Abrasivi sulla Rugosità  
Superficiale dei Materiali Dentali: Un'Analisi Statistica in  
Vitro**

**Relatore: Chiar.mo  
Prof. Ludovichetti Francesco**

**Laureanda:  
Bernardelle Marta**

**ANNO ACCADEMICO 2024**



# **INDICE**

1. RIASSUNTO.....	pag 1
2. INTRODUZIONE.....	pag 5
2.1 Anatomia dello smalto.....	pag 5
2.2 Placca e tartaro.....	pag 6
2.3 Figura dell'igienista dentale.....	pag 8
2.4 Prevenzione e trattamento.....	pag 10
2.5 Air polishing.....	pag 15
3. SCOPO DELLA TESI.....	pag 18
4. MATERIALI E METODI.....	pag 21
4.1 Preparazione del campione.....	pag 21
4.2 Procedura di Air polishing.....	pag 22
4.3 Calcolo della rugosità superficiale.....	pag 24
4.4 Microscopio elettronico a scansione SEM.....	pag 25
4.5 Analisi statistica.....	pag 25
5. RISULTATI.....	pag 27
5.1 Metodologia.....	pag 27
5.2 Analisi descrittiva.....	pag 28
5.3 Resina composita 3M Filtek™ Supreme XTE.....	pag 28
5.4 Cemento Vetrionomerico Fuji IX.....	pag 29
5.5 Sintesi finale.....	pag 33
5.6 Analisi SEM.....	pag 30
5.7 Confronto a 10 secondi 3M Filtek™ Supreme XTE.....	pag 38
5.8 Confronto a 5 secondi 3M Filtek™ Supreme XTE.....	pag 40
5.9 Confronto a 10 secondi Fuji IX.....	pag 42

5.10	Confronto a 5 secondi Fuji IX.....	pag 43
6.	DISCUSSIONE.....	pag 47
7.	CONCLUSIONE.....	pag 53
	BIBLIOGRAFIA.....	pag 55

## **1. RIASSUNTO**

**Obiettivo:** Il presente studio nasce con lo scopo di confrontare gli effetti di tre diverse polveri per air-polishing (bicarbonato di sodio, glicina ed eritritolo) sulla rugosità superficiale della resina composita 3M Filtek™ Supreme XTE e del cemento vetroionomerico Fuji IX. Lo studio ha anche esaminato come diversi tempi di applicazione (5 e 10 secondi) influenzano questi risultati.

**Materiali e metodi:** È stato condotto uno studio in vitro utilizzando dischi standardizzati di resina composita 3M Filtek™ Supreme XTE e cemento vetrionomerico Fuji IX. Ogni materiale è stato trattato con bicarbonato di sodio, eritritolo e glicina a due diversi tempi di esposizione (5 e 10 secondi) utilizzando un dispositivo di air-polishing professionale. La rugosità superficiale (Ra) è stata misurata prima e dopo i trattamenti utilizzando un profilometro a contatto. I dati sono stati analizzati statisticamente usando test ANOVA e post-hoc di Tukey per confrontare i valori medi di rugosità tra i diversi gruppi, con un livello di significatività impostato a  $p < 0,05$ .

**Risultati:** I risultati hanno mostrato differenze significative nella rugosità superficiale tra materiali, polveri e tempi di applicazione. La resina composita ha mostrato una rugosità e una variabilità inferiori rispetto a Fuji IX, indicando una superficie più uniforme e prevedibile. Il bicarbonato di sodio ha prodotto i valori di rugosità più elevati, in particolare dopo 10 secondi di applicazione, mentre la glicina ha prodotto la rugosità più bassa con una maggiore variabilità. L'eritritolo ha prodotto una rugosità intermedia con una variabilità moderata. Per Fuji IX, il bicarbonato di sodio ha causato la maggiore variabilità nella rugosità, mentre la glicina ha prodotto le superfici più lisce.

I risultati dell'ANOVA hanno confermato differenze significative nella rugosità media tra i gruppi abrasivi, con test post-hoc di Tukey che hanno mostrato che la glicina aveva una rugosità significativamente inferiore rispetto al bicarbonato di sodio e l'eritritolo aveva una rugosità superiore rispetto alla glicina ma inferiore rispetto al bicarbonato di sodio.

**Conclusioni:** Questo studio dimostra che la scelta della polvere per lucidatura ad aria e il tempo di applicazione influenzano significativamente la ruvidità superficiale sia della resina composita 3M Filtek™ Supreme XTE che del cemento vetroionomerico Fuji IX. La glicina ha prodotto costantemente le superfici più lisce, rendendola un'opzione preferibile per gli scenari clinici in cui è desiderata una ruvidità superficiale minima. Il bicarbonato di sodio, sebbene efficace nella pulizia, ha prodotto superfici più ruvide, in particolare dopo tempi di esposizione più lunghi. Questi risultati suggeriscono che un'attenta selezione delle polveri lucidanti può migliorare i risultati estetici e funzionali dei restauri dentali, contribuendo alla loro longevità.

**Parole chiave:** rugosità di superficie, air-polishing, abrasività, polveri

## **ABSTRACT**

**Objective:** The present study was created with the aim of comparing the effects of three different air-polishing powders (sodium bicarbonate, glycine and erythritol) on the surface roughness of the 3M Filtek™ Supreme XTE composite resin and the Fuji IX glass ionomer cement. The study also examined how different application times (5 and 10 seconds) affect these results.

**Materials and Methods:** An in vitro study was conducted using standardized 3M Filtek™ Supreme XTE composite resin discs and Fuji IX glass ionomer cement.

Each material was treated with sodium bicarbonate, erythritol and glycine at two different exposure times (5 and 10 seconds) using a professional air-polishing device. Surface roughness (Ra) was measured before and after treatments using a contact profiler. Data were statistically analyzed using ANOVA and Tukey's post-hoc tests to compare mean roughness values between different groups, with a significance level set at  $p < 0.05$ .

**Results:** The results showed significant differences in surface roughness between materials, powders and application times. The composite resin showed lower roughness and variability than Fuji IX, indicating a more uniform and predictable surface. Sodium bicarbonate produced the highest roughness values, particularly after 10 seconds of application, while glycine produced the lowest roughness with greater variability. Erythritol produced intermediate roughness with moderate variability. For Fuji IX, baking soda caused the greatest variability in roughness, while glycine produced the smoothest surfaces.



## 2. INTRODUZIONE

### 2.1 ANATOMIA DELLO SMALTO DENTALE

Lo smalto dentale è il tessuto più esterno e resistente dei denti. È fondamentale per proteggere i denti dai danni fisici e chimici che si verificano durante la masticazione e l'esposizione agli acidi. La sua struttura è complessa e altamente mineralizzata, con diverse caratteristiche specifiche [1].

Lo smalto è costituito per il 96-98% da minerali, principalmente cristalli di idrossiapatite, un fosfato di calcio altamente resistente. Il restante 1-2% è composto da acqua e tracce di materiali organici. Questa elevata mineralizzazione lo rende il tessuto più duro del corpo umano, ma allo stesso tempo privo di cellule e quindi incapace di rigenerarsi una volta danneggiato [2].

Lo smalto è organizzato in migliaia di prismi dello smalto, che sono lunghi filamenti cilindrici disposti in modo ordinato. Questi prismi si estendono dalla giunzione amelodentinale, il confine tra lo smalto e la dentina, fino alla superficie esterna del dente. Ogni prisma è costituito da milioni di cristalli di idrossiapatite organizzati in una forma estremamente compatta.

La giunzione amelodentinale (o amelo-dentinaria) è la linea di confine tra lo smalto e la dentina [3]. Qui, lo smalto è meno mineralizzato rispetto alla superficie esterna, rendendolo leggermente più flessibile. Questa flessibilità aiuta a distribuire le forze di masticazione, prevenendo fratture. La dentina, meno dura dello smalto, funge da supporto strutturale.

Lo smalto ha una funzione essenziale nel proteggere i denti dall'usura meccanica causata dalla masticazione e dagli attacchi chimici provocati da alimenti e bevande acide. Inoltre, previene l'infiltrazione di batteri che potrebbero causare carie.

Tuttavia, nonostante la sua durezza, lo smalto è suscettibile a erosione acida, abrasione e demineralizzazione in caso di scarsa igiene orale [4].

Lo smalto varia leggermente in spessore e composizione in diverse aree del dente: lo strato superficiale è più denso e altamente mineralizzato, resistente agli attacchi acidi; mentre lo strato più profondo, vicino alla dentina, è meno mineralizzato e più sottile, facilitando la transizione con la dentina stessa [4].

Sebbene lo smalto sia traslucido, il suo spessore e la qualità influenzano la percezione del colore del dente. Il colore dei denti deriva principalmente dalla dentina sottostante, ma fattori come l'età, la dieta e l'igiene orale possono alterare la trasparenza dello smalto, rendendolo più giallastro o macchiato [5].

Lo smalto può essere danneggiato dall'erosione acida dovuta a bevande e alimenti acidi, dall'attrito dovuto a spazzolamento aggressivo o bruxismo o dalle carie causate dall'attacco acido dei batteri [6].

Poiché lo smalto non ha cellule né nervi, non può ripararsi autonomamente una volta eroso o danneggiato. Per questo, è fondamentale proteggerlo con buone abitudini di igiene orale, come l'uso di dentifrici al fluoro e la riduzione dell'esposizione ad acidi [7].

## 2.2 PLACCA E TARTARO

Dopo diversi studi, si è arrivati a delle conclusioni per quanto riguarda il ruolo dei microrganismi che costituiscono la flora indigena residente nell'uomo: tali batteri sono quasi sempre membri di una comunità polimicrobica di specie che interagiscono tra loro ed esistono molto spesso stretti rapporti eziologici fra questi microbioti e malattie infettive croniche [8]. Questa flora microbica risiede sulle

superfici esposte e possiede capacità metaboliche elevatissime, paragonabili a quelle del fegato.

Il cavo orale ospita una comunità microbica che svolge numerose attività favorevoli all'ospite. La crescita di un'ampia varietà di batteri è favorita innanzitutto dall'ambiente caldo-umido. Nell'ambito del cavo orale vanno distinte superfici diverse, ognuna delle quali consente lo sviluppo di biofilm con flora batterica diversa [9]. Esiste dunque un rapporto stretto tra le proprietà biologiche di un determinato habitat, la flora microbica capace di svilupparsi nel suo ambito e l'azione svolta da questa sull'ospite.

La placca batterica può essere definita come un deposito di numerose specie ancora non completamente identificate di batteri, organizzati in una matrice complessa di polimeri batterici extracellulari e prodotti di essudazione salivare [10].

La pellicola acquisita, invece, è un sottile strato acellulare di glicoproteine di derivazione salivare che si forma in pochi minuti. Le glicoproteine salivari sono ricche in amminoacidi che molto probabilmente stabiliscono con la superficie dello smalto legami di tipo elettrostatico [11]. La pellicola è priva di batteri e da considerarsi come fisiologica. Il biofilm consiste in un'aggregazione microbica complessa, caratterizzata dalla secrezione di una matrice adesiva e protettiva.

Il tartaro consiste nella mineralizzazione della placca dentaria. Presenta una durezza moderata e un colorito da biancastro a marrone. È sempre ricoperto da placca vitale ed è tenacemente adeso al dente [12].

Il tartaro sottogengivale è composto da una parte organica e una inorganica: la prima è composta da proteine, carboidrati, lipidi, cellule epiteliali desquamate e

batteri - Parte inorganica: cristalli di idrossiapatite, fosfato octacalcico, whitlockite, bruscite [13].

Non contiene batteri, ma è sempre ricoperto da uno strato di placca vitale. La ruvidità di superficie del tartaro non è in grado di produrre gengivite, ma favorisce la ritenzione di placca batterica. La presenza di tartaro ostacola, e talvolta impedisce, un'adeguata rimozione della placca, motivo per cui il tartaro è una causa secondaria di malattia parodontale [12].

Il tartaro rivestito di placca, ovvero di batteri, è mantenuto a una distanza dai tessuti profondi del dente dall'organismo, al fine di proteggere gli strati più profondi (legamento parodontale) dall'attacco batterico [14].

### 2.3 LA FIGURA DELL'IGIENISTA DENTALE

Ad oggi si parla di *odontoiatria centrata sul paziente*, perché è l'elemento più importante e l'unica figura realmente indispensabile del team. Diventa imperativo soddisfare le sue esigenze, le sue aspettative, le sue necessità espresse e i desideri non espressi, perché il paziente è attivo e non più passivo. È pertanto altrettanto importante creare un rapporto empatico e un'alleanza terapeutica con il paziente, attraverso la quale poter concordare un obiettivo condiviso e raggiungibile.

L'igienista dentale svolge prestazioni di carattere sanitario sempre su indicazione dell'odontoiatra, con il quale instaura un rapporto di lavoro che può essere autonomo o indipendente.

L'Igienista Dentale è l'operatore sanitario che si occupa della prevenzione delle affezioni oro-dentali su indicazione degli odontoiatri o dei medici chirurghi abilitati alla professione di odontoiatria e ha come fine la prevenzione e la terapia a livello del cavo orale [15].

La prevenzione di cui si occupa l'igienista è divisa in primaria, secondaria e terziaria. La prevenzione primaria riguarda tutte quelle misure, o interventi, che il professionista attua per evitare l'insorgenza di una patologia.

Nella prevenzione primaria rientrano dunque tutti gli interventi di igiene orale personale, i controlli periodici e gli interventi di igiene orale professionale.

La prevenzione secondaria, invece, è volta a bloccare e contenere quanto più possibile un danno minimo che è già in atto. Nel caso specifico, si tratta di un'infezione lieve che può essere tranquillamente ripristinata modificando le abitudini e ristabilendo così un nuovo equilibrio di salute che porterà l'organismo a reagire in modo che la ripresa sia totale con il danno reversibilmente sanato.

Un esempio di prevenzione secondaria è la gengivite, condizione di infiammazione acuta, che si manifesta con gonfiore, rossore, sanguinamento delle gengive a causa di fattori scatenanti quali: accumuli di placca batterica o presenza di tartaro. In tal caso una seduta di igiene orale professionale porterà l'organismo alla completa guarigione con il ripristino della buona salute orale senza alcun danno permanente.

In breve, si può affermare che la prevenzione secondaria altro non è che un normale approccio medico, che modifica il temporaneo stato di patologia al fine di riattivare i normali sistemi di difesa immunitari, che innescheranno la guarigione completa dell'organismo. La buona riuscita della prevenzione secondaria dipende dalla corretta esecuzione delle terapie minimali necessarie, e nel loro mantenimento.

Infine, la prevenzione terziaria è volta a contenere un danno già esistente, che è in fase avanzata. In tal caso non si parla più di prevenzione, bensì di riabilitazione vera e propria, in cui si stabilisce una diagnosi e prognosi di competenza medica.

Nello specifico, questa fase della prevenzione consiste nel tener sotto stretto controllo il paziente a cui è stata diagnosticata una determinata malattia per riconoscere, il prima possibile, un'eventuale ripresa della malattia stessa. Un esempio di prevenzione terziaria è l'immissione di una protesi su impianto.

Il ruolo dell'igienista dentale, nel pratico, ha diverse competenze, tra cui scaling e rootplaning, rilevazione i parametri biometrici del parodonto, collaborazione alla compilazione della cartella clinica a fini diagnostici e statistici, istruzione del paziente sulle metodiche di igiene orale, utilizzo mezzi diagnostici idonei, ai fini di evidenziare la placca batterica, rimozione di placca batterica e tartaro, lucidatura delle superfici orali, manovre di profilassi e prevenzione delle carie.

#### 2.4 PREVENZIONE E TRATTAMENTO

Negli ultimi anni l'odontoiatria si è focalizzata ampiamente sulla promozione della salute orale attraverso la motivazione e l'istruzione dei pazienti. È noto come sia fondamentale l'educazione all'igiene orale domiciliare affinché anche i più semplici interventi odontoiatrici possano avere ampio margine di successo [16].

Una condizione di salute nel cavo orale è una garanzia per il benessere dell'intero organismo. La salute orale, come dimostrato, ha implicazioni sistemiche potenzialmente multiorgano e, come dimostrano i risultati della recente letteratura, queste implicazioni vanno da una resistenza all'insulina, dovuta a una malattia parodontale, fino a complicanze sistemiche multiorgano ben più complesse che coinvolgono il sistema cardiovascolare o addirittura la patologia neurodegenerativa [17].

Prendersi cura della propria salute orale previene problemi come la carie, la gengivite, la parodontite e altre infezioni del cavo orale che possono portare a complicazioni più gravi.

Le principali strategie di prevenzione nella salute orale comprendono igiene orale quotidiana, uso del filo interdentale, uso di collutori, alimentazione equilibrata, controlli regolari, sigillanti dentali e fluoroprofilassi.

Lo spazzolamento aiuta a rimuovere la placca, prevenire la carie, mantenere le gengive sane ed evitare l'alito cattivo. È dunque fondamentale fornire al paziente tutte le informazioni necessarie per un corretto spazzolamento domiciliare [18].

Lo spazzolino deve essere utilizzato almeno due volte al giorno, aspettando dai 20 ai 30 minuti dopo i pasti. La struttura dello spazzolino si compone di un manico (che deve essere facile da impugnare e deve fornire un buon controllo), da un gambo e da una parte lavorante.

Ci sono quattro tipi di spazzolini che si differenziano in base al diametro delle setole: extra morbidi con setole di diametro 0.16-0.19 mm, morbidi con setole di diametro 0.19-0.24 mm, medi con setole di diametro 0.24-0.19 mm e duri con setole di diametro 0.29-3.32 mm.

In genere, è bene preferire uno spazzolino medio per evitare danni alle gengive e per garantire una corretta rimozione dei residui di cibo. Lo spazzolino migliore ha una testina piccola e le setole posizionate in maniera piana quindi pari e identiche, perché riesce a raggiungere le zone più difficili.

Lo spazzolino elettrico è estremamente utile perché può accedere agli spazi interdentali garantendo un'efficace rimozione della placca batterica. Rappresenta una valida alternativa agli spazzolini manuali e facilita lo spazzolamento a pazienti

con minore abilità manuale, pazienti poco collaboranti e pazienti con ridotta capacità motoria.

Con lo spazzolino elettrico è sufficiente spostarsi da una zona all'altra, senza sfregare i denti e senza esercitare troppa pressione. Le testine possono essere a forma di spazzolino e durante il lavaggio bisogna effettuare i classici movimenti consigliati anche dal dentista. Le testine rotonde coprono invece un solo dente alla volta; perciò, durante il lavaggio bisogna soffermarsi su ogni dente ed inclinare leggermente lo spazzolino per raggiungere anche gli spazi fra gli elementi dentali.

Gli spazzolini elettrici sono un'opzione preferibile in quanto sono in grado di rimuovere un maggiore quantitativo di placca rispetto ad un normale spazzolino manuale [19].

Esistono diverse tecniche di spazzolamento che odontoiatra e paziente selezionano in modo individualizzato, adottando la tecnica più adeguata alle esigenze del caso [20].

Nella tecnica a rullo si deve posizionare la parte posteriore della testina dello spazzolino parallela alla superficie occlusale e farla ruotare in modo che segua il contorno del dente (dalla gengiva verso la corona del dente). Sulla superficie occlusale si deve sollevare ad ogni passata lo spazzolino altrimenti la placca viene spostata da un sito all'altro senza essere rimossa.

La tecnica di Charters è specifica per i pazienti con apparecchio ortodontico. Le setole dello spazzolino si posizionano a 45 gradi rispetto al dente e si esegue un movimento avanti e indietro, sia sopra che sotto i *brackets* dell'apparecchio.

La tecnica di Bass e Bass modificata: la tecnica di Bass da sola non è una tecnica di spazzolamento dei denti, ma del solco gengivale in cui si inseriscono le setole a

45 gradi rispetto al dente, si posizionano nel solco e si spazzola avanti e indietro. La tecnica di Bass modificata prevede la stessa tecnica, ma lo spazzolino viene ruotato seguendo il contorno del dente [21].

La tecnica di Stillman non deterge il dente e viene utilizzata solo per le gengiviti gravi. Le setole vanno posizionate a 45 gradi sulla gengiva e vanno eseguiti dei piccoli movimenti rotatori a livello della gengiva. Lo scopo di questi movimenti è far fuoriuscire dal solco gengivale il fluido crevicolare, ricco di infiltrato infiammatorio. La tecnica viene poi completata con la Stillman modificata per detergere la superficie dei denti.

La tecnica di Fones è consigliata al paziente piccolo o con scarsa manualità. A denti chiusi, si posizionano le setole perpendicolari rispetto alla superficie del dente e si formano dei cerchi. Questa rappresenta una delle tecniche più facili da insegnare, soprattutto ai bambini [22].

Le ultime tre tecniche completano le tecniche precedenti: tecnica oclusale (movimenti avanti e indietro sulla superficie oclusale), tecnica verticale (posizionare le setole perpendicolari ed eseguire un movimento avanti ed indietro) e tecnica orizzontale (posizionare le setole perpendicolari e fare un movimento avanti e indietro).

Una tecnica di spazzolamento errata può portare a recessioni gengivali ad eziologia traumatica, all'esposizione del colletto con conseguente ipersensibilità e all'abrasione prodotta da un'usura meccanica [23].

Nella pratica clinica dell'igienista i trattamenti di prevenzione consistono sia nell'igiene professionale, che nell'uso di sigillanti e fluoroprofilassi.

I sigillanti sono considerati una misura preventiva primaria, in quanto formano una barriera fisica rispetto ai batteri e ai residui alimentari che si accumulano nei solchi e nelle fossette dei denti sani [24]. Risultano ugualmente efficaci come metodica di prevenzione secondaria, nell'arrestare la progressione delle lesioni cariose in assenza di segni di cavitazione.

La sigillatura come pratica clinica è considerata parte integrante di un programma globale di prevenzione della patologia cariosa, assieme a controlli clinici periodici, corretta igiene orale, adeguata alimentazione ed assunzione di fluoro.

Il sigillante è un materiale fluido che applicato sulle superfici dei denti determina una barriera fisica nei confronti dei batteri cariogeni, dei prodotti del loro metabolismo e dei residui alimentari che tendono a incunarsi all'interno dei solchi e delle fossette occlusali, causando l'insorgenza di carie [25].

Mentre i sigillanti occlusali possono essere utilizzati sia per prevenire che per arrestare la progressione delle lesioni sulle stesse superfici, l'uso dei sigillanti interprossimali è riservato al trattamento di lesioni già presenti ma non cavitate.

Questa procedura clinica può avere due opzioni di trattamento: una non invasiva (preventiva) e una invasiva (restaurativa). I trattamenti non invasivi includono l'applicazione di fluoro in combinazione con il miglioramento dell'igiene orale e il controllo della dieta.

Tra i materiali utilizzati nelle sigillature e nelle otturazioni-sigillanti rientrano anche i cementi vetroionomerici (CVI), come il Fuji IX. Si tratta di composti a base di silicato di vetro contenente fluoro e acido poliacrilico che vengono attivati tramite una reazione acido-base tra i componenti. La loro adesione al dente è di tipo chimico e aderiscono direttamente allo smalto senza pretrattamento.

Contengono, rilasciano e si ricaricano di fluoro in ambiente orale. Possono essere utilizzati anche in ambiente umido e sono pertanto indicati per il trattamento di denti parzialmente erotti e in tutti i casi in cui non si riesca ad assicurare un campo asciutto [26].

L'utilizzo dei fluoruri, o fluoroprofilassi, è riconosciuto come il metodo più efficace per la prevenzione e il controllo delle lesioni cariose. Il fluoro ha effetti favorevoli indiretti terapeutici e preventivi sulla salute parodontale [27].

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ritiene che la fluoroprofilassi sia una metodica di prevenzione ottimale a tutte le età, senza alcun tipo di rischio per l'individuo. In generale, possiamo dire che il fluoro svolge la sua azione in cinque modi diversi.

Per prima cosa, è in grado di trasformare l'idrossiapatite in fluoroapatite, rendendo i cristalli dello smalto più stabili, riducendone la solubilità in condizioni fisiologiche e in maniera permanente. Permette inoltre di ottimizzare la cristallizzazione dell'apatite durante l'amelogenesi.

Il fluoro forma una labile crosta impermeabile sullo smalto, attraverso la precipitazione di sali insolubili, rendendolo più resistente all'attacco batterico [28].

Inoltre, è in grado di inibire la formazione della cuticola (sottile membrana che ricopre la superficie dei denti) e della sua azione chemiotattica, nonché di inibire la formazione batterica in ambiente orale.

## 2.5 AIR POLISHING

Sono sempre più numerose e varie le tecniche a disposizione delle figure professionali che si occupano di prevenzione: la pulizia dentale professionale può

infatti avvalersi di metodi innovativi ed efficaci nella rimozione dei batteri all'interno del cavo orale.

La figura dell'igienista dentale utilizza diversi approcci nella pratica clinica che vanno dalla pulizia profonda alla gestione delle patologie gengivali e includono anche interventi educativi per promuovere le corrette abitudini di igiene orale.

Per prima cosa, può utilizzare tecniche sia manuali che ultrasoniche per rimuovere correttamente tutti i residui di materiale mineralizzato dalla superficie dentale. Nello specifico ha a sua disposizione sia gli ultrasuoni, ovvero l'ablattore, sia scalers e curettes.

Tra i numerosi metodi per la pulizia professionale rientra anche la tecnologia dell'air-polishing, un trattamento innovativo di igiene dentale profonda che consente un'accurata pulizia dei denti senza stress, anche in situazioni di macchie da fumo o tasche gengivali profonde.

Grazie all'uso di un getto di acqua, aria e polvere, l'air polishing consente di eliminare le macchie superficiali dello smalto e di levigare le superfici dentali dopo la comune ablazione del tartaro eseguita con ultrasuoni. Non sostituisce quest'ultima ma la completa, eliminando la placca batterica anche nelle tasche gengivali e nelle zone tra i denti più difficili da raggiungere [29].

Ci sono molteplici studi che dimostrano l'efficacia di questo sistema: i dispositivi di lucidatura ad aria mostrano un comportamento microbiologico potenzialmente migliore rispetto alle normali pratiche di igiene e rappresentano anche un'opzione sicura, più rapida e più confortevole per i pazienti sottoposti a trattamento parodontale [30].

Le polveri utilizzate nell'air polishing rappresentano un elemento cruciale nella moderna igiene orale professionale. Queste polveri, applicate attraverso un flusso d'aria ad alta pressione, consentono una pulizia efficace e delicata delle superfici dentali, rimuovendo placca e macchie senza danneggiare lo smalto. Formulate con diverse composizioni, come bicarbonato di sodio, eritritolo o glicina, sono scelte in base alle specifiche esigenze del paziente [31].



### **3. SCOPO DELLA TESI**

Il presente studio ha lo scopo di analizzare se e in quale misura l'utilizzo di Air-polishing con polveri di eritritolo, glicina e bicarbonato di sodio abbia influenza sulla rugosità di superficie dei materiali utilizzati per le cure conservative quali Fuji IX e resina composita 3M Filtek™ Supreme XTE.

In particolare, l'obiettivo è valutare se cambiando il tipo di polvere utilizzata e variando il tempo di esposizione (tre, cinque e dieci secondi) si hanno differenze significative per quanto riguarda la rugosità di superficie del materiale composito.

La sperimentazione è stata eseguita in vitro, creando dischetti di due materiali differenti ma di uguali misure che sono stati sottoposti a trattamento Air-polishing con le tre diverse polveri. Successivamente, i campioni sono stati analizzati al Microscopio Elettronico a Scansione SEM e la rugosità è stata misurata con l'ausilio di un profilometro a contatto.



## 4. MATERIALI E METODI

I materiali utilizzati sono:

- Resina composita 3M Filtek™ Supreme XTE
- Cemento vetrionomerico Fuji IX
- Lampada fotopolimerizzante Ultradent Valo LED
- Spatola di Heidemann
- Dispositivo AIRFLOW® HANDY 3.0 PREMIUM (EMS)
- Manipolo PLUS (per AIRFLOW® HANDY 3.0 PREMIUM) (EMS)
- Polvere Air-Polishing Prophylaxis Plus con Eritritolo (EMS)
- Polvere Air-Polishing Prophylaxis Perio con Glicina (EMS)
- Polvere Air-Polishing Prophylaxis Classic con Bicarbonato di sodio (EMS)
- Microscopio elettronico a scansione SEM
- Profilometro a contatto

La parte pratica di trattamento dei campioni si è svolta presso l'UOC Clinica di Odontostomatologia di Padova, mentre le analisi di laboratorio presso il Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Padova.

### 4.1 PREPARAZIONE DEL CAMPIONE

Sono stati creati 12 dischetti di resina composita 3M Filtek™ Supreme XTE e 12 dischetti di Cemento Vetroionomerico Fuji IX attraverso la fotopolimerizzazione con Ultradent Valo LED. Sono stati scelti questi due materiali in quanto frequentemente usati nelle cure conservative odontoiatriche. Ciascun campione è stato poi etichettato con delle iniziali per facilitarne il riconoscimento dopo il trattamento.

Il composito da otturazione è un materiale dentale utilizzato per le otturazioni estetiche, composto principalmente da una matrice di resina epossidica o metacrilica e particelle di riempitivo inorganico, come silice o quarzo. La matrice di resina fornisce la plasticità e la capacità di indurirsi sotto la luce polimerizzante, mentre le particelle di riempitivo conferiscono resistenza e durabilità [36]. Aggiunte di pigmenti consentono di abbinare il colore del composito ai denti naturali, garantendo otturazioni esteticamente gradevoli e funzionali.

Il Fuji è un materiale odontoiatrico appartenente alla categoria dei cementi vetroionomerici, utilizzato principalmente per otturazioni e restauri dentali. Composto da una miscela di polvere di vetro di alluminio-silicato e un liquido a base di acido poliacrilico, il Fuji offre eccellenti proprietà adesive e rilascio di fluoro, favorendo la remineralizzazione dei tessuti dentali [26]. È biocompatibile, resistente all'umidità e presenta una buona estetica, rendendolo ideale per restauri di denti posteriori e pediatrici [37]. La sua capacità di aderire chimicamente allo smalto e alla dentina migliora la longevità e l'efficacia del trattamento.

#### 4.2 PROCEDURA DI AIR POLISHING

La lucidatura ad aria è stata eseguita utilizzando un dispositivo professionale per la lucidatura ad aria EMS Airflow® Prophylaxis Master (Electro Medical Systems, Nyon, Svizzera). Le tre diverse polveri, bicarbonato di sodio, eritritolo e glicina, sono state applicate a una pressione dell'aria costante. L'ugello è stato tenuto a una distanza di 4 mm dalla superficie del campione ad un angolo di 90 gradi. La procedura è stata eseguita per due tempi di esposizione distinti: 5 s e 10 s [32].

Ogni gruppo conteneva 2 campioni, per un totale di 24 procedure di lucidatura eseguite. Ogni combinazione di materiale, polvere e tempo di esposizione è stata trattata come un gruppo separato, con conseguenti 12 gruppi:

- Gruppo 1: 3M Filtek™ Supreme XTE + bicarbonato di sodio (5 s);
- Gruppo 2: 3M Filtek™ Supreme XTE + bicarbonato di sodio (10 s);
- Gruppo 3: 3M Filtek™ Supreme XTE + eritritolo (5 s);
- Gruppo 4: 3M Filtek™ Supreme XTE + eritritolo (10 s);
- Gruppo 5: 3M Filtek™ Supreme XTE + glicina (5 s);
- Gruppo 6: 3M Filtek™ Supreme XTE + glicina (10 s);
- Gruppo 7: Fuji™ IX + bicarbonato di sodio (5 s);
- Gruppo 8: Fuji™ IX + bicarbonato di sodio (10 s);
- Gruppo 9: Fuji™ IX + eritritolo (5 s);
- Gruppo 10: Fuji™ IX + eritritolo (10 s);
- Gruppo 11: Fuji™ IX + glicina (5 s);
- Gruppo 12: Fuji™ IX + glicina (10 s).

Le polveri di bicarbonato di sodio, eritritolo e glicina utilizzate in questo studio sono state le seguenti: Bicarbonato di sodio: EMS Airflow® Plus (Electro Medical Systems, Nyon, Svizzera); Eritritolo: EMS Airflow® Soft (Electro Medical Systems, Nyon, Svizzera); Glicina: EMS Airflow® Perio (Electro Medical Systems, Nyon, Svizzera).

L'eritritolo utilizzato nell'air polishing è composto da eritritolo puro, un poliolo naturale derivato dalla fermentazione del mais o di altre fonti vegetali. Questa polvere è caratterizzata da particelle estremamente fini, generalmente inferiori a 63 micrometri, che assicurano un'azione delicata ma efficace nella rimozione di placca

e biofilm. L'eritritolo è biocompatibile e non abrasivo, rendendolo sicuro per l'uso su tutte le superfici dentali e nelle aree gengivali sensibili [33].

La composizione del bicarbonato di sodio utilizzato nell'air polishing è caratterizzata da cristalli di bicarbonato di sodio purificato, con una granulometria finemente calibrata per garantire un'azione abrasiva efficace ma controllata. Tuttavia, a causa della sua abrasività, è indicato principalmente per pazienti senza sensibilità dentale o condizioni parodontali avanzate, assicurando risultati brillanti e duraturi [34].

La glicina utilizzata nell'air polishing è un amminoacido naturale, composto chimicamente da una molecola di glicina pura. Le particelle di glicina sono estremamente piccole, con un diametro tipico di circa 25-60 micrometri, rendendole ideali per una pulizia delicata ed efficace. Questa composizione permette alla glicina di disgregare e rimuovere placca, biofilm e macchie superficiali senza causare abrasioni o danni ai tessuti dentali e gengivali. Grazie alla sua biocompatibilità e solubilità in acqua, la glicina offre un'esperienza di pulizia sicura e confortevole, particolarmente indicata per i pazienti con esigenze di sensibilità dentale [35].

#### 4.3 CALCOLO DELLA RUGOSITÀ SUPERFICIALE

La rugosità superficiale (Ra) è stata misurata utilizzando un profilometro a contatto (Talysurf CCI Lite, Taylor Hobson Ltd., Leicester, Regno Unito). Il calcolo della rugosità superficiale mediante un profilometro a contatto è una tecnica molto diffusa per misurare le irregolarità microscopiche di una superficie. Questo metodo si basa sul movimento di uno stilo che scorre lungo la superficie da misurare, registrando le variazioni in altezza. Questi dati vengono poi elaborati per calcolare parametri che descrivono la rugosità della superficie. Il profilo

misurato è un grafico che rappresenta l'andamento dell'altezza della superficie in funzione della distanza percorsa dallo stilo.

Le misurazioni sono state effettuate in tre punti diversi su ciascun campione prima e dopo la procedura di lucidatura ad aria per catturare i cambiamenti nella rugosità superficiale indotti da ciascuna polvere. Il valore medio Ra (media aritmetica delle deviazioni assolute del profilo rispetto alla linea media) è stato calcolato per ciascun gruppo. L'area scansionata copriva  $1,3 \times 0,6 \text{ mm}^2$  e il dispositivo era dotato di un obiettivo confocale con ingrandimento  $20\times$ .

#### 4.4 MICROSCOPIO ELETTRONICO A SCANSIONE SEM

Le caratteristiche morfologiche dei campioni sono state analizzate attraverso un microscopio elettronico a scansione SEM, ovvero un tipo di microscopio che produce immagini tramite scansione della superficie sfruttando un raggio di elettroni. Per far permettere un corretto imaging, è necessario ricoprire la superficie dei campioni con un materiale in grado di renderli conduttivi, in questo caso è stata utilizzato uno strato d'oro di circa 20 nm. Il microscopio utilizzato per l'attività sperimentale era un Cambridge Stereoscan 440 (Cambridge Instruments, Cambridge, UK), dotato di un microanalizzatore Philips PV9800 EDS (Philips, Eindhoven, Paesi Bassi). Le immagini sono state acquisite utilizzando il rivelatore di elettroni secondari.

#### 4.5 ANALISI STATISTICA

L'analisi statistica è stata eseguita utilizzando il software SPSS (versione 26.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA). Il test di Levene è stato utilizzato per valutare l'omogeneità delle varianze tra i gruppi. Se le varianze erano omogenee ( $p > 0,05$ ),

è stata utilizzata l'ANOVA unidirezionale per confrontare la rugosità superficiale media tra i gruppi.

Quando sono state trovate differenze significative ( $p < 0,05$ ), è stato applicato il test post hoc di Tukey per identificare differenze specifiche tra i gruppi. Se le varianze non erano omogenee ( $p \leq 0,05$ ), è stata utilizzata l'ANOVA di Welch, seguita dal test post hoc di Games-Howell ove appropriato. È stato mantenuto un livello di significatività di  $\alpha = 0,05$  per tutti i test statistici.

## 5. RISULTATI

### 5.1 METODOLOGIA

Nella presente analisi, è stato adottato un approccio statistico per confrontare le medie di diversi gruppi in base alla variabile di risposta rugosità media (Ra). Inizialmente, il test di Levene è stato applicato per verificare l'omogeneità delle varianze tra i gruppi. Questo test è fondamentale per determinare se le varianze dei gruppi sono omogenee, condizione necessaria per eseguire l'ANOVA (Analisi della Varianza) tradizionale.

Se il test di Levene non indica una differenza significativa nelle varianze (cioè,  $p > 0,05$ ), viene eseguita l'ANOVA per verificare se esistono differenze significative tra le medie del gruppo. Se l'ANOVA identifica differenze, viene eseguito un test post-hoc di Tukey per identificare quali gruppi differiscono l'uno dall'altro.

Tuttavia, se il test di Levene indicava che le varianze non erano omogenee ( $p \leq 0,05$ ), in alternativa al tradizionale ANOVA è stato utilizzato il test di Welch. Il test di Welch è più robusto in situazioni in cui le varianze non sono uguali. Dopo aver applicato il test di Welch, se necessario è stato eseguito un test di Games-Howell post-hoc per identificare differenze significative tra i gruppi, poiché il test di Games-Howell è adatto per confronti multipli quando le varianze non sono le stesse.

In entrambi gli approcci, i test sono stati eseguiti con un livello di significatività del 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

## 5.2 ANALISI DESCRITTIVA

Materiali (*3M Filtek™ Supreme XTE* vs *Fuji IX*):

- Il grafico è diviso in due pannelli: uno per il materiale *3M Filtek™ Supreme XTE* e l'altro per *Fuji IX*.
- Sembra che, in generale, i valori di Rugosità siano distribuiti in modo diverso tra i due materiali.

Tempo di esposizione (5s vs 10s):

- Per entrambi i materiali, i valori di Rugosità tendono a ridursi leggermente con l'aumentare del tempo di esposizione (da 5s a 10s).
- Questo è più evidente per alcuni abrasivi rispetto ad altri.

Tipi di abrasivo:

- Bicarbonato (blu): Ha una variabilità maggiore nei valori di Rugosità, specialmente per il materiale *3M Filtek™ Supreme XTE* a 5s, dove si osservano valori più alti e una maggiore dispersione.
- Eritritolo (giallo): Mostra valori mediamente più bassi e più costanti tra i diversi tempi di esposizione, con una distribuzione meno variabile.
- Glicina (grigio): Ha valori di Rugosità generalmente bassi, con poca variazione sia nel *3M Filtek™ Supreme XTE* che nel *Fuji IX*.

## 5.3 RESINA COMPOSITA 3M FILTEK™ SUPREME XTE

Bicarbonato (blu):

- 5 secondi: la mediana è circa 0,75, con un intervallo interquartile da 0,35 a 1,25. La variabilità è alta, con alcuni outlier sopra 2,0.

- 10 secondi: la mediana scende a 0,3, con un intervallo interquartile da 0,15 a 0,4, indicando una riduzione del valore R3a e una minore dispersione rispetto ai 5 secondi.

Eritritolo (giallo):

- 5 secondi: la mediana è circa 0,35, con un intervallo interquartile da 0,2 a 0,45, mostrando minore variabilità rispetto al bicarbonato.
- 10 secondi: la mediana è intorno a 0,4, con un intervallo interquartile da 0,35 a 0,5. L'effetto del tempo è minimo, con valori R3a stabili.

Glicina (grigio):

- 5 secondi: La mediana è bassa, intorno a 0,1, con un intervallo interquartile da 0,05 a 0,15. Non ci sono outlier significativi, indicando alta stabilità.
- 10 secondi: La mediana scende a circa 0,05, con un intervallo interquartile da 0,03 a 0,1, confermando l'effetto minimo della glicina sul valore R3a.

#### 5.4 CEMENTO VETRIONOMERICO FUJI IX

Bicarbonato (blu):

- 5 secondi: la mediana è circa 0,5, con un intervallo interquartile da 0,3 a 0,7. Ci sono alcuni outlier, ma con variabilità inferiore rispetto al *3M Filtek™ Supreme XTE*.
- 10 secondi: la mediana è intorno a 0,4, con un intervallo interquartile da 0,25 a 0,6. Il bicarbonato riduce leggermente il valore R3a, ma l'effetto è meno pronunciato.

Eritritolo (giallo):

- 5 secondi: la mediana è intorno a 0,25, con un intervallo interquartile da 0,15 a 0,4. Gli outlier sono pochi, con una maggiore stabilità.
- 10 secondi: la mediana aumenta leggermente a 0,35, con un intervallo interquartile da 0,25 a 0,5, indicando un effetto leggermente crescente nel tempo, a differenza del *3M Filtek™ Supreme XTE*.

Glicina (grigio):

- 5 secondi: la mediana è bassa, circa 0,1, con un intervallo interquartile da 0,05 a 0,2, senza outlier significativi.
- 10 secondi: La mediana rimane bassa, intorno a 0,15, con un intervallo interquartile da 0,08 a 0,25, mostrando il minor impatto tra gli abrasivi.

### 5.5 ANALISI SEM

L'analisi SEM della superficie dei materiali è rappresentata nella **Figura 9** e nella **Figura 10**. A un ingrandimento di 500x, le superfici Fuji™ IX trattate con diverse polveri mostrano evidenti cambiamenti nella rugosità superficiale.

Il bicarbonato di sodio produce costantemente la rugosità più elevata, soprattutto dopo 10s di applicazione, caratterizzata da abrasioni e scanalature pronunciate.

Al contrario, le superfici trattate con glicina presentano la minima quantità di rugosità, con superfici più lisce anche dopo 10s. Le superfici trattate con eritritolo presentano una rugosità intermedia, con abrasioni moderate e uniformità.

A un ingrandimento di 200x, le differenze tra i trattamenti sono più visibili. Il bicarbonato di sodio genera evidenti alterazioni superficiali, con un'entità di rottura che aumenta significativamente dopo 10s. Anche l'eritritolo causa irruvidimento della superficie, ma in misura minore rispetto al bicarbonato di sodio, mantenendo

una consistenza più omogenea. La glicina continua a mostrare minime alterazioni superficiali, il che suggerisce il suo impatto più delicato sul materiale.

Per quanto riguarda 3M Filtek Supreme XTE, a un ingrandimento di 500x, il bicarbonato di sodio provoca una significativa rugosità superficiale dopo 5s, caratterizzata da abrasioni visibili e scanalature profonde. Quando il tempo di esposizione viene aumentato a 10s, la rugosità si intensifica, producendo danni superficiali ancora più profondi e diffusi. L'eritritolo, sebbene meno abrasivo del bicarbonato di sodio, causa comunque alterazioni superficiali evidenti dopo 5s, con piccole abrasioni visibili su tutta la superficie. L'estensione dell'esposizione a 10s amplifica questi effetti, sebbene la superficie rimanga meno interrotta rispetto al bicarbonato di sodio. La glicina, al contrario, mostra il minimo impatto sulla superficie composita. Dopo 5s, si osservano minimi cambiamenti superficiali e anche dopo 10s, la superficie mantiene una consistenza relativamente liscia, con solo un leggero irruvidimento visibile.

A un ingrandimento di 200x, le differenze nella topografia complessiva sono più evidenti. Le superfici trattate con bicarbonato di sodio mostrano una sostanziale ruvidità e un aumento generale della texture superficiale. L'eritritolo produce un livello moderato di ruvidità, con le abrasioni che diventano più pronunciate dopo

10s. La glicina continua a mostrare un effetto minimo, preservando gran parte della superficie del composito, anche dopo 10s di esposizione.

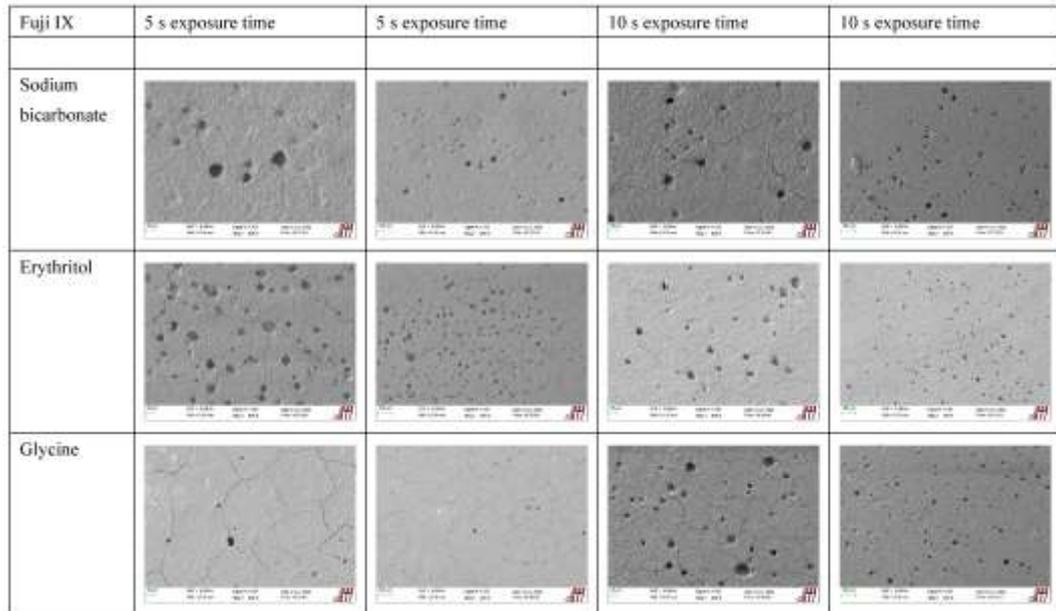


Figura 1 - Immagini SEM Fuji IX

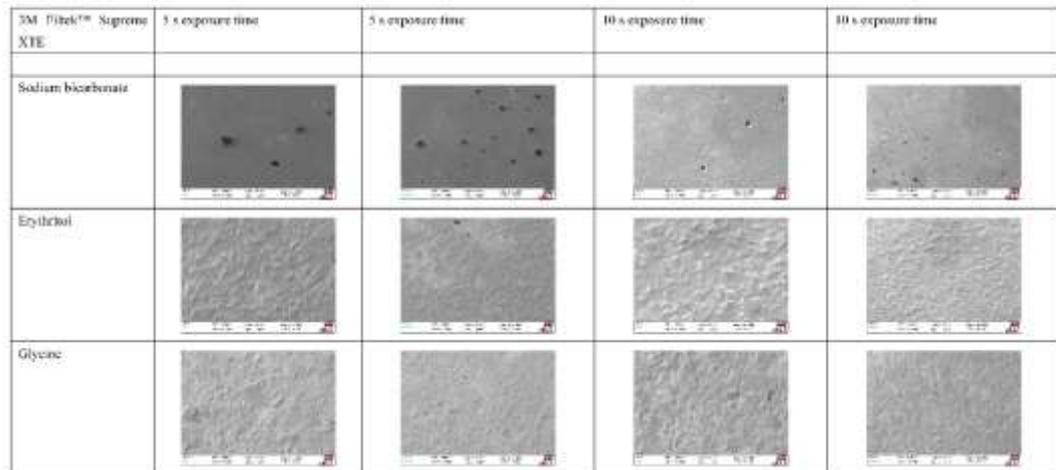


Figura 2 - Immagini SEM 3M Filtek Supreme XTE

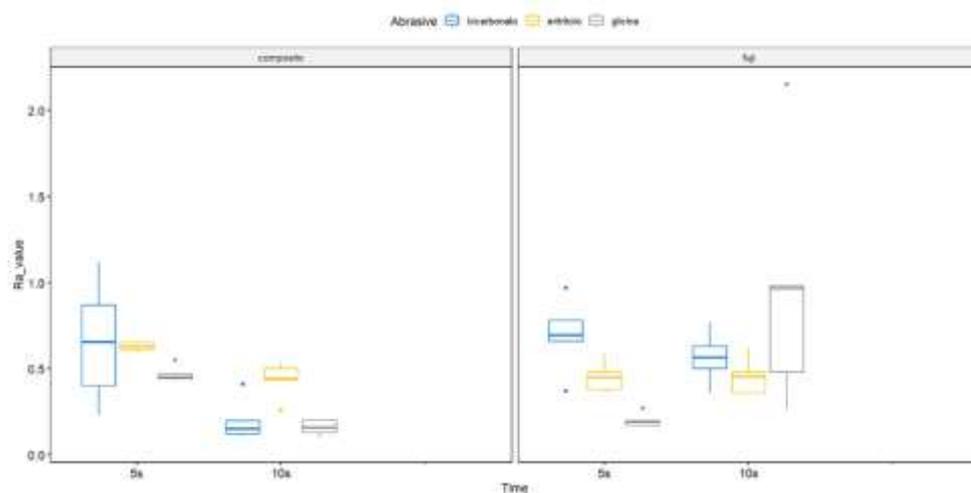
## 5.6 SINTESI FINALE

Il bicarbonato causa i valori di rugosità più alti, soprattutto a 5 secondi, con grande variabilità, particolarmente nel materiale *3M Filtek™ Supreme XTE*.

L'eritritolo ha un effetto intermedio con valori di rugosità relativamente stabili, mostrando una lieve tendenza ad aumentare nel materiale Fuji con il tempo.

La glicina mostra i valori di rugosità più bassi e stabili tra tutti gli abrasivi, indipendentemente dal materiale o dal tempo di esposizione.

L'effetto del tipo di abrasivo e del tempo di esposizione varia significativamente tra i materiali *3M Filtek™ Supreme XTE* e *Fuji IX*. Il bicarbonato tende a causare le maggiori variazioni nei valori di rugosità, mentre la glicina mostra un impatto minimo. L'uso di un abrasivo specifico dovrebbe quindi essere considerato attentamente in base al materiale trattato e al tempo di esposizione per ottenere i risultati desiderati minimizzando i potenziali danni (**figura 1**).



**FIGURA 3 - BOXPLOT CONSIDERANDO MATERIALE, POLVERE E TEMPO**

<b>Materiale</b>	<b>Polvere</b>	<b>Time</b>	<b>Ra_1</b>	<b>Ra_2</b>	<b>Ra_3</b>	<b>Ra_4</b>	<b>Ra</b>	<b>Ra_mean</b>	<b>std</b>
<i>3M Filtek™</i>									
<i>Supreme XTE</i>	Bicarbonato	5s	0.23	1.12	0.87	0.40		0.66	0.41
<i>3M Filtek™</i>									
<i>Supreme XTE</i>	Eritritolo	5s	0.61	0.66	0.59	0.65		0.63	0.03
<i>3M Filtek™</i>									
<i>Supreme XTE</i>	Glicina	5s	0.55	0.43	0.45	0.44		0.47	0.05
<i>Fuji IX</i>									
	Bicarbonato	5s	0.37	0.66	0.97	0.78		0.70	0.25
<i>Fuji IX</i>									
	Eritritolo	5s	0.38	0.58	0.48	0.36		0.45	0.10
<i>Fuji IX</i>									
	Glicina	5s	0.17	0.19	0.27	0.16		0.20	0.05
<i>Fuji IX</i>									
	Eritritolo	10s	0.36	0.48	0.35	0.62		0.45	0.13
<i>3M Filtek™</i>									
<i>Supreme XTE</i>	Eritritolo	10s	0.26	0.50	0.44	0.54		0.44	0.12
<i>3M Filtek™</i>									
<i>Supreme XTE</i>	Bicarbonato	10s	0.15	0.41	0.12	0.11		0.20	0.14
<i>Fuji IX</i>									
	Glicina	10s	0.98	0.48	2.15	0.26		0.97	0.84
<i>3M Filtek™</i>									
<i>Supreme XTE</i>	Glicina	10s	0.10	0.20	0.20	0.13		0.16	0.05
<i>Fuji IX</i>									
	Bicarbonato	10s	0.36	0.77	0.50	0.63		0.57	0.18

Successivamente, verrà effettuata separatamente un'analisi descrittiva di ciascun fattore, considerando singolarmente gli effetti di materiale, polvere e tempo. Questo approccio ci consentirà di valutare i contributi specifici di ciascun fattore alla variabilità osservata nei dati, senza l'ulteriore complessità delle interazioni tra fattori.

Esaminando separatamente gli effetti principali di ciascuna variabile, possiamo comprendere come ciascun fattore influenza le misurazioni della rugosità, garantendo che l'analisi sia solida e informativa.

Il boxplot presentato (**figura 2**) mette a confronto la rugosità media (Ra\_mean) tra il *3M Filtek™ Supreme XTE* e il *Fuji IX*. La figura mostra che il composito ha una rugosità media inferiore e una minore variabilità (con un intervallo interquartile più ristretto) rispetto al *Fuji IX*. Il *Fuji IX*, d'altro canto, mostra una maggiore variabilità nella rugosità, suggerendo che questo materiale è più suscettibile alle variazioni nelle condizioni di prova.

Questi risultati potrebbero indicare che il composito *3M Filtek™ Supreme XTE* produce superfici più uniformi e prevedibili, mentre il *Fuji IX* potrebbe generare superfici più ruvide e meno coerenti.

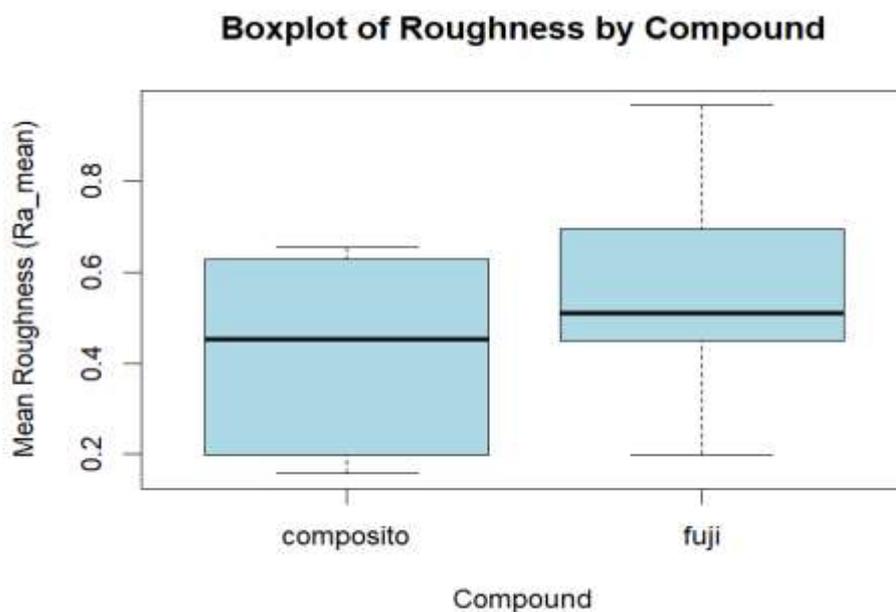
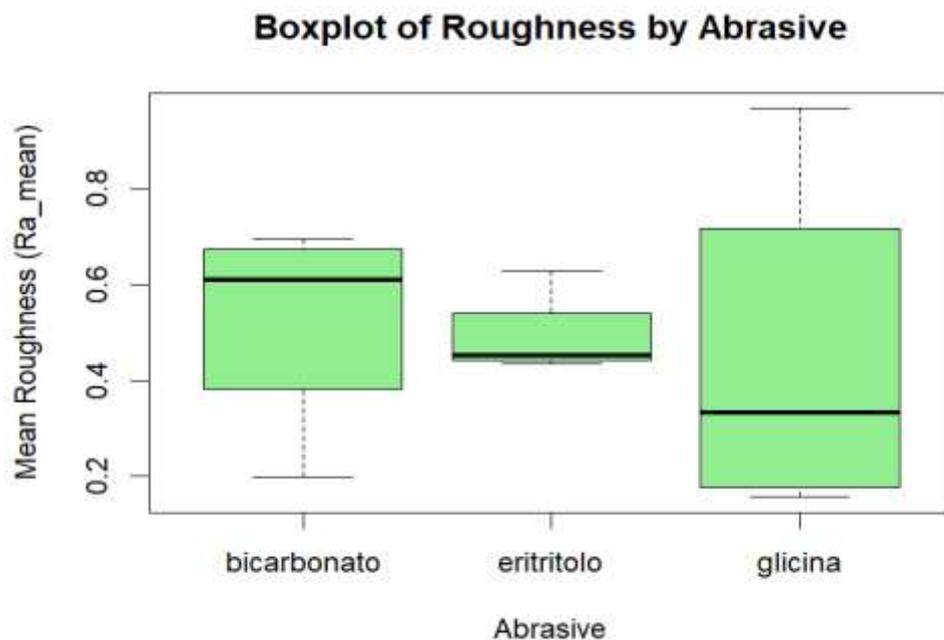


Figura 4 - Boxplot che indica la rugosità media Ra dei due materiali

Il boxplot presentato (**figura 3**) mette a confronto la rugosità media (Ra\_mean) tra le diverse polveri: bicarbonato, eritritolo e glicina. Si osserva che il bicarbonato

produce una rugosità media più elevata rispetto ad altri abrasivi, con moderata variabilità. L'eritritolo causa una ruvidità media intermedia, con minore variabilità, ma presenta un valore anomalo che indica un'osservazione che si discosta dallo schema generale. La glicina, d'altro canto, causa la rugosità media più bassa e la maggiore variabilità tra i tre abrasivi, suggerendo che il suo effetto sulla superficie è più imprevedibile e può generare superfici sia lisce che più ruvide.

Questi risultati indicano che la scelta dell'abrasivo può avere un impatto significativo sulla ruvidità della superficie finale, con il bicarbonato che produce superfici più ruvide e la glicina che mostra una gamma più ampia di risultati.



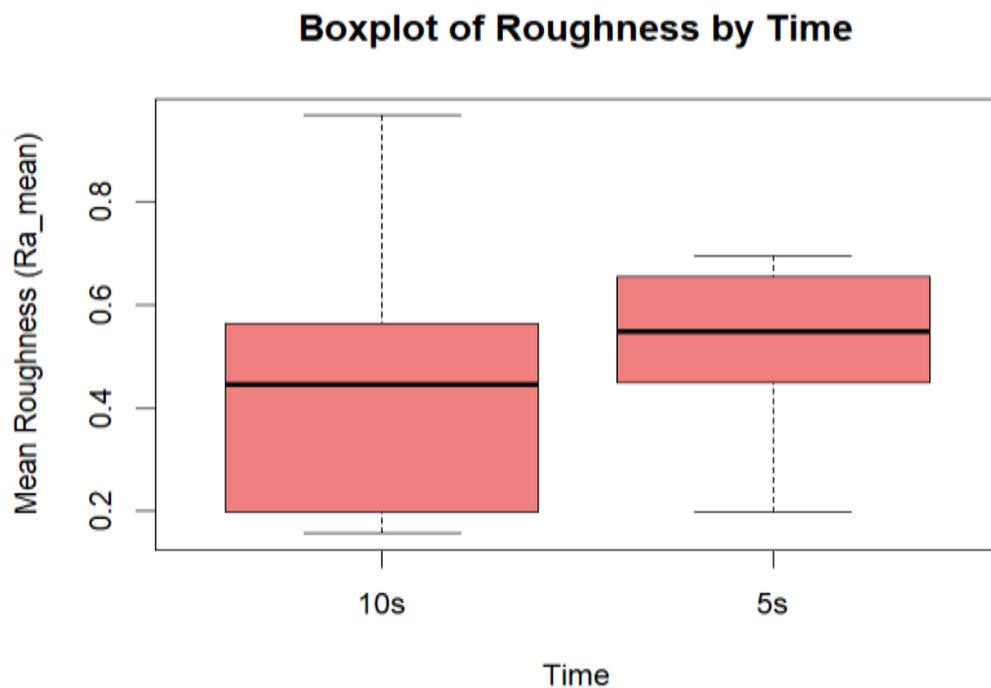
*Figura 5 - Boxplot che indica la rugosità media Ra tra le diverse polveri*

Il boxplot presentato (**figura 4**) mette a confronto la rugosità media ( $Ra_{mean}$ ) in funzione del tempo di applicazione, 10s e 5s.

Si osserva che la rugosità media dopo 10 secondi di applicazione è leggermente più alta e presenta una maggiore variabilità rispetto a 5 secondi. Ciò suggerisce che

l'aumento del tempo di applicazione tende a generare superfici più ruvide, con una gamma più ampia di variazioni di ruvidità.

Inoltre, la diffusione dei dati è più ampia a 10 secondi, indicando che l'impatto del tempo sulla rugosità potrebbe essere più incoerente se applicato su periodi più lunghi. Al contrario, 5 secondi di applicazione determinano una rugosità media inferiore e meno variabile, indice di un effetto più controllato e prevedibile sulla superficie.



*Figura 6 – Boxplot che indica la rugosità media in funzione del tempo di esposizione*

A causa della struttura dei dati e della complessità del modello, l'analisi della varianza (ANOVA) con il modello completo che include le interazioni tra i fattori materiale, tempo e polvere non ha gradi di libertà residui sufficienti per fornire stime valide degli effetti.

Ciò avviene perché il numero di parametri da stimare nel modello supera il numero di osservazioni disponibili, risultando in un adattamento perfetto e di conseguenza residui pari a zero.

Per superare questa limitazione e garantire una solida analisi statistica, viene scelto di eseguire il test ANOVA accoppiato (a 2 a 2). Questo metodo consentirà di indagare le interazioni tra fattori in modo più semplice e garantirà che vi siano sufficienti gradi di libertà per stimare la variabilità residua, consentendo conclusioni statistiche più affidabili sugli effetti principali e sulle interazioni rilevanti.

### 5.7 CONFRONTO A 10 SECONDI TRA LE POLVERI E IL COMPOSITO

La **Figura 5** rappresenta il boxplot dei valori Ra del *3M Filtek™ Supreme XTE* dopo 10 secondi di applicazione in relazione ai tre abrasivi. Possiamo osservare che il boxplot rivela variazioni significative nella rugosità misurata (Ra).

L'eritritolo ha un range di valori Ra che variano da 0,26 a 0,54. Il valore medio è intorno a 0,44. La distribuzione dei valori è ampia, con la maggior parte dei dati concentrati nella parte superiore dell'intervallo di valori, suggerendo una moderata variazione della rugosità quando si utilizza l'eritritolo.

Il bicarbonato invece presenta valori Ra compresi tra 0,11 e 0,41. La mediana è significativamente inferiore a quella dell'eritritolo, riflettendo una rugosità complessiva inferiore. L'intervallo interquartile (IQR) è più ristretto e vi è una maggiore concentrazione di dati nella parte inferiore dell'intervallo, indicando che il bicarbonato tende a produrre una rugosità più uniforme e minore.

Infine, la glicina mostra i valori Ra più bassi, compresi tra 0,1 e 0,2, con una media intorno a 0,2. Ci sono poche variazioni e rugosità relativamente uniforme. I dati della glicina sono tutti concentrati nella parte bassa del range dei valori Ra,

indicando che questa polvere è quello che genera la rugosità più bassa tra i tre. Pertanto, queste differenze di rugosità tra gli abrasivi suggeriscono che ciascuno ha caratteristiche prestazionali distinte, con la glicina che fornisce la rugosità più bassa e il bicarbonato che ha la variazione più elevata all'interno dell'intervallo misurato.

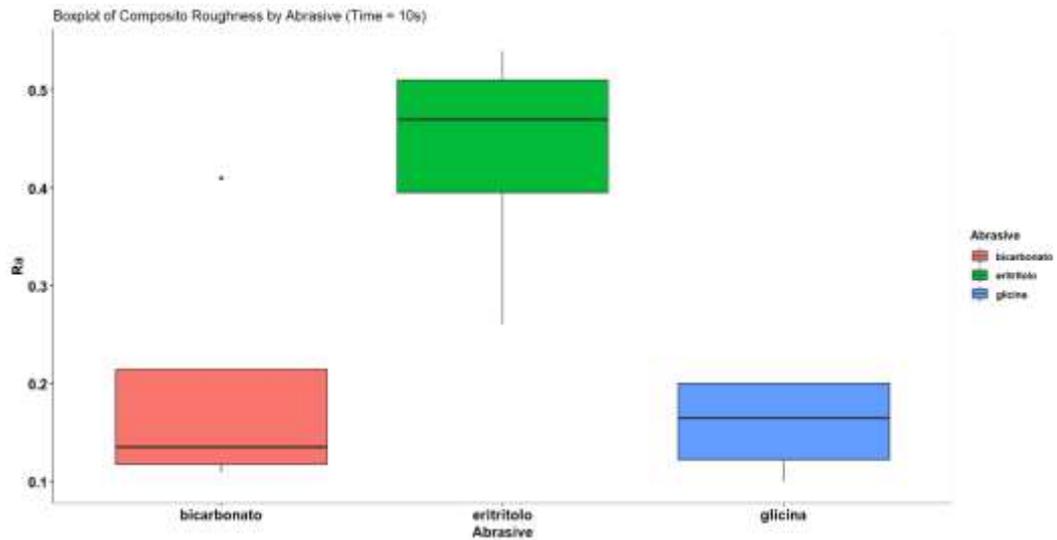


Figura 7 – Boxplot di confronto tra polveri e 3M Filtek™ Supreme XTE a 10s

Il test di Levene effettuato per verificare l'omogeneità delle varianze tra i gruppi abrasivi non ha trovato evidenze significative di varianze diverse ( $F = 0,2842$ ,  $p = 0,7591$ ), il che suggerisce che le varianze tra i gruppi sono omogenee. Sulla base di ciò è stato eseguito un test ANOVA per confrontare le medie di rugosità ( $R_a$ ) tra le diverse polveri. Il test ANOVA ha indicato che esiste una differenza significativa tra le medie dei gruppi abrasivi ( $F = 7,066$ ,  $p = 0,0143$ ).

Per identificare quali polveri presentano differenze significative nelle medie di rugosità, è stato eseguito un test post-hoc di Tukey (**Tabella 1**). I risultati hanno mostrato che la ruvidità media dell'eritritolo è significativamente superiore a quella del bicarbonato (differenza = 0,2375,  $p = 0,0375$ ). Inoltre, la rugosità media della glicina è significativamente inferiore a quella dell'eritritolo (differenza = -0,2775,  $p = 0,0173$ ). Non è stata riscontrata alcuna differenza significativa tra la rugosità

media della glicina e del bicarbonato ( $p = 0,8726$ ). Questi risultati indicano che l'eritritolo tende a provocare una maggiore rugosità superficiale rispetto alle altre polveri in studio, mentre la glicina ha la rugosità superficiale più bassa rispetto all'eritritolo.

TABELLA 1 – TEST DI TUKEY COMPARANDO LE MEDIE

Descrizione	Differenza medie	tra	p-value
eritritolo-bicarbonato		0.238	0.038
glicina-bicarbonato	-	0.040	0.873
glicina-eritritolo	-	0.278	0.17

### 5.8 CONFRONTO A 5 SECONDI TRA LE POLVERI E IL COMPOSITO

Il boxplot (**Figura 6**) mostra le distribuzioni della rugosità (Ra) per tre diversi polveri – bicarbonato, eritritolo e glicina – dopo 5 secondi di applicazione.

Si osserva che il bicarbonato presenta la maggiore variabilità nei valori di rugosità, con un intervallo interquartile più ampio e un valore massimo più elevato, riflettendo una maggiore dispersione dei dati.

L'eritritolo mostra una distribuzione più concentrata, con valori di rugosità relativamente vicini tra loro, suggerendo una maggiore coerenza nei risultati.

La glicina, a sua volta, presenta la minore variabilità e i valori di rugosità più bassi rispetto alle altre, indicando che è l'abrasivo che provoca la più piccola variazione della rugosità superficiale.

Il posizionamento delle mediane nel boxplot rivela che il bicarbonato tende a produrre valori di rugosità più estremi, mentre l'eritritolo e la glicina tendono a produrre valori più moderati e uniformi.

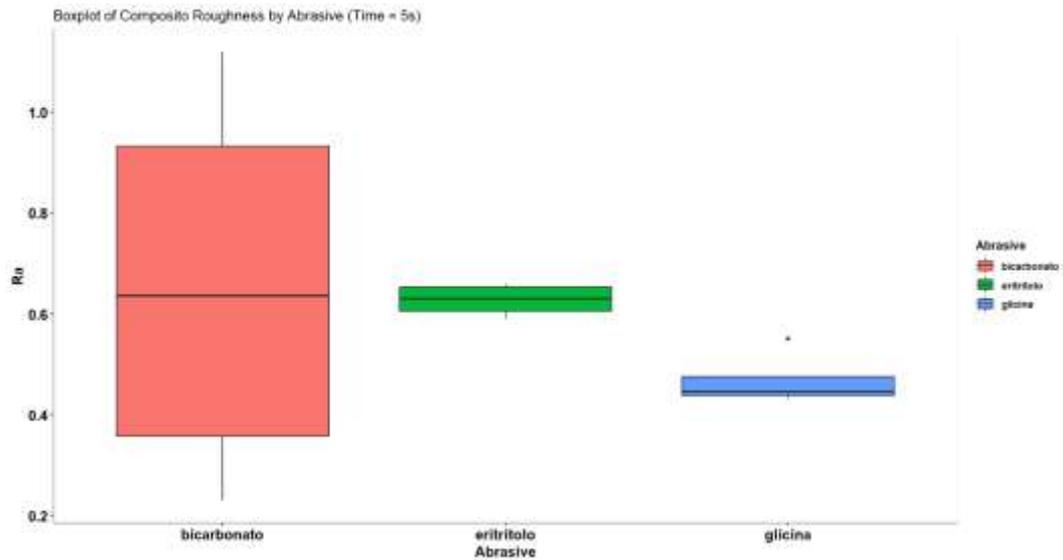


Figura 8 – Boxplot di confronto tra polveri e 3M Filtek™ Supreme XTE a 5s

L'analisi è iniziata con il test di Levene per verificare l'omogeneità delle varianze tra i gruppi abrasivi. Il risultato del test di Levene ha indicato che le varianze non sono omogenee ( $p < 0,001$ ), suggerendo che i gruppi hanno varianze significativamente diverse.

A causa della mancanza di omogeneità delle varianze, è stato eseguito il test di Welch invece dell'ANOVA standard, poiché il test di Welch è più robusto in situazioni in cui le varianze tra i gruppi sono diverse. Il test di Welch ha rivelato una differenza significativa nella rugosità media ( $R_a$ ) tra gli abrasivi ( $p < 0,05$ ).

Dopo il test di Welch, è stato eseguito un test post-hoc di Games-Howell per identificare dove sono le differenze tra i gruppi (**tabella 2**). I risultati hanno mostrato che esiste una differenza significativa tra le polveri eritritolo e glicina ( $p < 0,05$ ), mentre i confronti tra bicarbonato ed eritritolo, così come tra bicarbonato e glicina, non erano significativi. Ciò indica che l'eritritolo e la glicina differiscono

significativamente in termini di impatto sulla rugosità, ma il bicarbonato non differisce significativamente da nessuno dei due.

**TABELLA 2 - GAMES HOWELL POST-HOC TESTS**

<b>Descrizione</b>	<b>Differenza tra medie</b>	<b>p-value</b>
eritritolo-bicarbonato	- 0.028	0.990
glicina-bicarbonato	- 0.188	0.674
glicina-eritritolo	- 0.160	0.010

### 5.9 CONFRONTO A 10 SECONDI TRA LE POLVERI E IL FUJI IX

L'analisi dei dati di rugosità (Ra) del materiale Fuji IX dopo 10 secondi con diverse polveri rivela una significativa variabilità. L'eritritolo ha causato una rugosità relativamente bassa e consistente, con valori di Ra compresi tra 0,35 e 0,62.

Al contrario, la glicina ha prodotto una maggiore variabilità, con valori Ra che variavano drasticamente da 0,26 a 2,15, indicando un effetto più aggressivo o incoerente sulla superficie del materiale.

Il bicarbonato, a sua volta, presentava una variazione intermedia, con valori di Ra compresi tra 0,36 e 0,77, suggerendo un impatto moderato sulla rugosità.

Questi risultati indicano che l'eritritolo tende a produrre una superficie più uniforme, mentre la glicina può causare una maggiore variabilità nella rugosità e il bicarbonato ha un effetto intermedio.

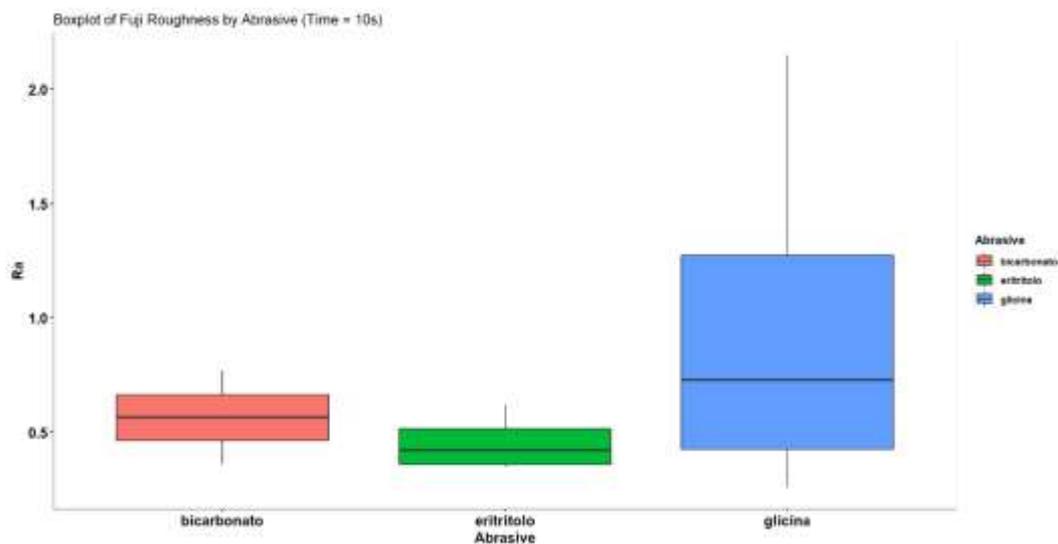


Figura 9 - Boxplot di confronto tra polveri e Fuji IX a 10s

L'analisi della varianza (ANOVA) effettuata per confrontare la rugosità (Ra) tra le diverse polveri utilizzate nel Fuji IX dopo 10 secondi non ha rilevato differenze statisticamente significative tra i gruppi.

Il valore F ottenuto era 1,159, con un valore p di 0,357. Ciò suggerisce che le variazioni osservate nella rugosità tra eritritolo, glicina e bicarbonato non sono abbastanza grandi da essere considerate statisticamente significative, cioè le medie di Ra tra i diversi abrasivi sono simili all'interno del livello di confidenza adottato.

#### 5.10 CONFRONTO A 5 SECONDI TRA LE POLVERI E IL FUJI IX

Il set di dati presenta valori di rugosità (Ra) dopo 5 secondi di abrasione del Fuji IX utilizzando le tre polveri in studio: bicarbonato, eritritolo e glicina. Le misurazioni Ra variano a seconda della polvere utilizzata.

Si osserva che, per il bicarbonato, i valori di Ra variano da 0,37 a 0,97, suggerendo una maggiore variabilità della rugosità. L'eritritolo presenta valori Ra più consistenti, compresi tra 0,36 e 0,58. La glicina, a sua volta, presenta i valori Ra più bassi, compresi tra 0,16 e 0,27, indicando una minore rugosità superficiale dopo l'applicazione.

Questi dati indicano che il tipo di polvere utilizzato influenza la rugosità del materiale Fuji IX, con il bicarbonato che produce le superfici più rugose e la glicina quelle più lisce.

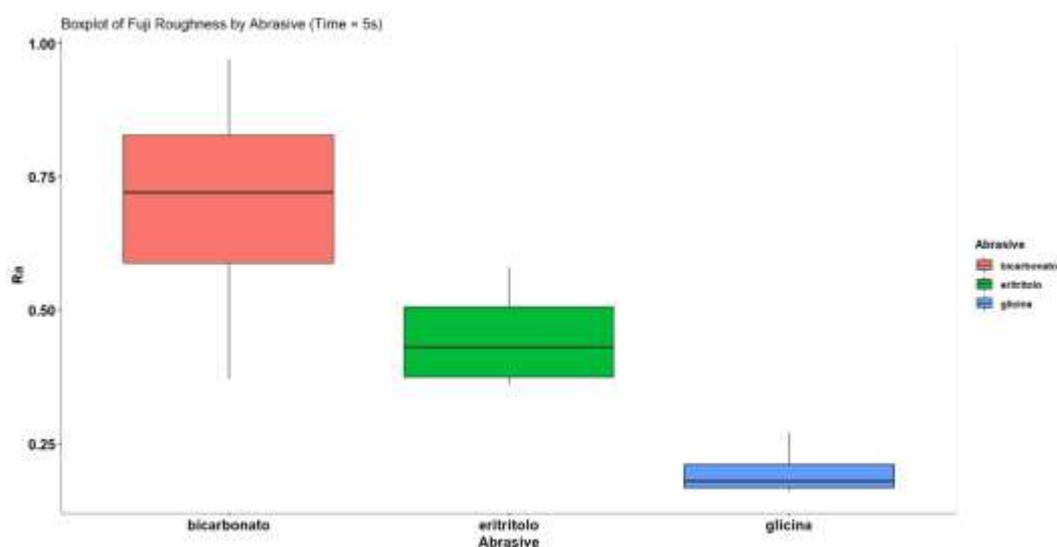


Figura 10 - Boxplot di confronto tra polveri e Fuji IX a 5s

L'analisi statistica effettuata ha mirato a confrontare la rugosità media (Ra) del materiale Fuji IX dopo 5 secondi di abrasione con tre diverse polveri: bicarbonato, eritritolo e glicina.

Inizialmente, il test di Levene è stato condotto per verificare l'omogeneità delle varianze tra i gruppi. Il risultato del test indicava un valore p di 0,116, il che suggerisce che le varianze sono omogenee, poiché non vi era alcuna differenza significativa tra loro ( $p > 0,05$ ). Sulla base di ciò è stato opportuno procedere con un'analisi della varianza (ANOVA) per confrontare le medie dei gruppi.

Il risultato ANOVA ha mostrato che esiste una differenza significativa tra la rugosità media associata alle diverse polveri ( $F(2,9) = 9,772$ ,  $p = 0,00555$ ). Questa differenza significativa implica che il tipo di polvere utilizzato ha un effetto statisticamente significativo sulla rugosità superficiale.

Per identificare quali coppie di gruppi differivano tra loro, è stato eseguito un test post-hoc di Tukey (**Tabella 3**). I risultati hanno indicato che la rugosità media associata all'uso della glicina era significativamente inferiore a quella associata all'uso del bicarbonato (differenza = -0,4975,  $p = 0,00427$ ).

Tuttavia, non è stata riscontrata alcuna differenza significativa tra le altre coppie di confronti (eritritolo-bicarbonato e glicina-eritritolo), con p-value rispettivamente di 0,12898 e 0,11663.

Questi risultati suggeriscono che la glicina è la polvere che produce la minore rugosità sulla superficie del materiale Fuji IX dopo 5 secondi, mentre il bicarbonato tende a produrre una maggiore rugosità, con l'eritritolo che ha un effetto intermedio.

*Tabella 3 - test post-hoc di Tukey*

<b>Descrizione</b>	<b>Differenza medie</b>	<b>tra</b>	<b>p-value</b>
eritritolo-bicarbonato	-	0.245	0.129
glicina-bicarbonato	-	0.497	0.004
glicina-eritritolo	-	0.252	0.117



## 6. DISCUSSIONE

I risultati di questo studio forniscono preziose informazioni sugli effetti di diverse polveri di lucidatura ad aria sulla rugosità superficiale della resina composita 3M Filtek™ Supreme XTE e del cemento vetroionomerico Fuji™ IX.

La rugosità superficiale è un fattore critico nell'odontoiatria restaurativa in quanto influenza non solo il risultato estetico, ma anche la resistenza del materiale alla colonizzazione batterica e all'usura [32].

I risultati dimostrano che il tipo di polvere abrasiva e la durata dell'esposizione hanno un impatto significativo sulle caratteristiche superficiali di questi materiali per restauri dentali.

Questo studio rivela che il bicarbonato di sodio produce costantemente valori di rugosità superficiale più elevati rispetto all'eritritolo e alla glicina, indipendentemente dal materiale o dal tempo di esposizione.

Questo risultato è coerente con la ricerca precedente che indica che il bicarbonato di sodio, a causa delle sue dimensioni delle particelle relativamente più grandi e della maggiore abrasività, tende a creare una superficie più irregolare [39].

La maggiore rugosità superficiale associata al bicarbonato di sodio può essere dannosa negli scenari clinici, in cui una finitura liscia è fondamentale per ridurre al minimo l'accumulo di placca e migliorare la longevità dei restauri [40].

I risultati di questo studio sono in linea con le ricerche precedenti che hanno mostrato l'effetto irruvidimento del bicarbonato di sodio sullo smalto e sui materiali restaurativi.

Babina et al. [41] notano che l'uso frequente di bicarbonato di sodio nella lucidatura ad aria potrebbe esacerbare l'usura superficiale, specialmente su materiali che sono meno resistenti allo stress meccanico, come i cementi vetroionomerici. I cementi vetroionomerici contengono particelle di vetro e porosità nella loro microstruttura, che possono fungere da punti deboli o difetti interni. Questi difetti diventano punti di innesco per la propagazione delle fratture sotto stress meccanico, riducendo ulteriormente la resistenza [42].

Contrariamente a quanto suggerito nell'articolo di Osorio [43], secondo cui l'utilizzo di bicarbonato di sodio non altera in maniera significativa la rugosità superficiale dello smalto, questi risultati evidenziano la necessità di cautela quando si usa questo tipo di polvere, in particolare nei pazienti con restauri realizzati con materiali che sono più suscettibili all'irruvidimento superficiale.

Al contrario, l'eritritolo e la glicina, entrambi caratterizzati da dimensioni delle particelle più fini [44], determinano una rugosità superficiale significativamente inferiore.

Questi risultati sono in linea con gli studi che hanno evidenziato l'azione più delicata di queste polveri sulle superfici dentali, rendendole adatte per procedure in cui è desiderata un'alterazione minima della superficie [45, 46].

La glicina, in particolare, mostra i valori di rugosità più bassi in tutti i gruppi, corroborando il suo utilizzo in applicazioni sottogengivali in cui la conservazione della superficie è fondamentale [47]. Ciò suggerisce che la glicina potrebbe essere la scelta preferita in situazioni in cui è essenziale mantenere l'integrità della superficie restaurativa.

Le implicazioni cliniche di questi risultati sono sostanziali. La glicina, con il suo impatto minimo sulla ruvidità superficiale, è sempre più riconosciuta come un'opzione sicura ed efficace per la lucidatura sia sopragengivale che sottogengivale [48]. La sua azione delicata riduce il rischio di danneggiare le superfici restaurative, pur continuando a fornire un'efficace rimozione del biofilm.

Questo equilibrio tra efficacia e sicurezza rende la glicina particolarmente utile nelle terapie di mantenimento per pazienti con casi restaurativi complessi, come quelli che coinvolgono più tipi di restauri o aree soggette a usura [49].

È interessante notare che l'effetto del tempo di esposizione è più pronunciato con il bicarbonato di sodio che con l'eritritolo o la glicina. In particolare, estendere il tempo di lucidatura da 5 a 10 s porta a un aumento sostanziale della rugosità superficiale per il bicarbonato di sodio, mentre i cambiamenti sono meno significativi per le altre polveri.

Questa osservazione sottolinea l'importanza di controllare il tempo di esposizione, soprattutto quando si utilizzano polveri più abrasive, per prevenire un'eccessiva rugosità della superficie del restauro [50]. Suggerisce inoltre che, sebbene possano essere necessari tempi di esposizione più lunghi per una pulizia efficace, devono essere bilanciati rispetto al potenziale di aumento del danno superficiale.

L'influenza del tempo di esposizione sulla rugosità superficiale è stata documentata in letteratura, dove è stato dimostrato che l'esposizione prolungata a polveri abrasive aumenta il rischio di degradazione superficiale [51].

Questo studio si aggiunge a tale insieme di prove, dimostrando che una gestione attenta del tempo di lucidatura è fondamentale, in particolare quando si utilizza bicarbonato di sodio. I medici devono essere consapevoli dei potenziali

compromessi tra efficacia della pulizia e conservazione della superficie, soprattutto in scenari in cui potrebbe essere necessaria una lucidatura prolungata, come nei casi di accumulo di placca o macchie pesanti.

È degna di nota anche la differenza di risposta tra la resina composita 3M Filtek™ Supreme XTE e il cemento vetroionomerico Fuji™ IX. La resina composita generalmente presenta valori di rugosità inferiori rispetto a Fuji™ IX quando sottoposta alle stesse condizioni di lucidatura. Questa differenza potrebbe essere attribuita alle proprietà intrinseche del materiale, come la durezza e il contenuto di riempitivo, che influenzano il modo in cui ciascun materiale interagisce con le particelle abrasive [52].

Grazie alla tecnologia nanocomposita, questo tipo di composito ha ottime proprietà meccaniche come resistenza alla compressione, resistenza all'usura e alla frattura. È inoltre noto per la sua lucidabilità duratura, in quanto le particelle al suo interno permettono di ottenere una superficie estremamente liscia e lucida, che si mantiene nel tempo, riducendo l'accumulo di placca e migliorando la longevità estetica del restauro.

La maggiore variabilità di rugosità osservata nei campioni Fuji IX, in particolare con bicarbonato di sodio, suggerisce che questo materiale potrebbe essere più suscettibile ad alterazioni superficiali, compromettendo potenzialmente le sue prestazioni cliniche nel tempo [42].

Fuji™ IX, come cemento vetroionomerico, è noto per il suo rilascio di fluoro e la sua biocompatibilità, che lo rendono un materiale di scelta in molte situazioni cliniche, in particolare in odontoiatria pediatrica e nei pazienti con elevato rischio di carie [53]. Tuttavia, la sua superficie relativamente più morbida rispetto alle resine composite significa che potrebbe non essere altrettanto resistente alla

lucidatura meccanica, in particolare con agenti più abrasivi come il bicarbonato di sodio.

Il Fuji IX è infatti costituito da una matrice ionomerica vetrosa che, durante il processo di miscelazione e polimerizzazione, può sviluppare microbolle o pori all'interno della struttura.

I risultati di questo studio suggeriscono che, mentre Fuji IX offre distinti vantaggi clinici, le sue caratteristiche superficiali devono essere gestite con attenzione, in particolare durante le procedure di manutenzione.

Questi risultati hanno importanti implicazioni cliniche. Nel contesto dell'odontoiatria restaurativa, la selezione della polvere lucidante appropriata è fondamentale per ottimizzare la finitura superficiale del restauro. Mentre il bicarbonato di sodio rimane una scelta popolare per la sua efficacia nella rimozione della placca, il suo utilizzo dovrebbe essere attentamente considerato, specialmente su materiali come Fuji™ IX che sono più inclini a irruvidimento superficiale.

L'eritritolo e la glicina, che offrono un'alternativa più delicata, possono essere più adatti per mantenere superfici lisce, in particolare in aree esteticamente impegnative o quando si lavora con materiali sensibili all'abrasione [38].

Inoltre, questo studio evidenzia la necessità di ulteriori ricerche per esplorare gli effetti a lungo termine di questi agenti lucidanti sulle proprietà meccaniche dei materiali restaurativi. Comprendere come la ruvidità superficiale si evolve nel tempo, specialmente sotto carico funzionale, sarà fondamentale per sviluppare linee guida che garantiscano sia la longevità estetica che funzionale dei restauri [54].

Studi futuri dovrebbero anche considerare la valutazione dell'impatto di questi agenti lucidanti sui nuovi materiali restaurativi e il loro potenziale ruolo nella prevenzione della carie secondaria e di altre complicazioni.

Il potenziale per la ricerca futura si estende oltre le sole proprietà meccaniche. C'è anche la necessità di indagare le implicazioni biologiche dei cambiamenti di rugosità superficiale, in particolare per quanto riguarda l'adesione batterica e la formazione di biofilm.

Le superfici più ruvide sono più inclini all'accumulo di biofilm, che può aumentare il rischio di carie secondarie e malattia parodontale [55]. Pertanto, la scelta dell'agente lucidante non dovrebbe concentrarsi solo sui risultati meccanici, ma anche considerare l'ambiente biologico in cui funzionerà il restauro.

In conclusione, la scelta della polvere per lucidatura ad aria e il controllo del tempo di esposizione sono fattori chiave nella gestione della ruvidità superficiale delle resine composite 3M Filtek™ Supreme XTE e dei cementi vetroionomerici Fuji™ IX [56].

Il bicarbonato di sodio, pur essendo efficace nella pulizia, presenta un rischio di aumento della ruvidità superficiale, in particolare con un'esposizione prolungata. L'eritritolo e la glicina, d'altro canto, offrono alternative più sicure per mantenere superfici più lisce, rendendole preferibili in molte situazioni cliniche.

## 7. CONCLUSIONI

Le conclusioni dell'analisi statistica mostrano che l'effetto delle polveri e del tempo di esposizione sulla rugosità superficiale varia significativamente tra i materiali 3M Filtek™ Supreme XTE e Fuji IX.

Per il 3M Filtek™ Supreme XTE, il bicarbonato ha causato la maggiore rugosità, specialmente dopo 5 secondi, ma questa diminuisce con un'esposizione prolungata a 10 secondi. L'eritritolo ha mostrato valori di rugosità stabili, mentre la glicina ha causato la rugosità più bassa e uniforme, indipendentemente dal tempo [38].

Per il Fuji IX, il bicarbonato ha nuovamente mostrato un impatto significativo, ma con una variabilità inferiore rispetto al composito. L'eritritolo ha prodotto una rugosità intermedia, ma con una maggiore consistenza nel tempo. La glicina ha causato la rugosità più bassa, ma con una variabilità più alta rispetto al composito.

Globalmente, il bicarbonato tende a causare le maggiori variazioni nella rugosità, mentre la glicina ha l'impatto più minimo e uniforme.

L'uso di una polvere specifica deve quindi essere valutato attentamente in base al tipo di materiale trattato e alla durata dell'esposizione per ottenere il risultato desiderato senza compromettere l'integrità della superficie.



## BIBLIOGRAFIA

**Citazione 1** - SIMMER, James P.; HU, Jan C.-C. Dental enamel formation and its impact on clinical dentistry. *Journal of dental education*, 2001, 65.9: 896-905.

**Citazione 2** DE MENEZES OLIVEIRA, Maria Angélica Hueb, et al. Microstructure and mineral composition of dental enamel of permanent and deciduous teeth. *Microscopy research and technique*, 2010, 73.5: 572-577.

**Citazione 3** VANDANA KL, Haneet RK. Cementoenamel junction: An insight. *J Indian Soc Periodontol*. 2014 Sep; 18:549-54.

**Citazione 4** AKASAPU A, Hegde U, Murthy PS. Enamel Surface Morphology: An Ultrastructural Comparative Study of Anterior and Posterior Permanent Teeth. *J Microsc Ultrastruct*. 2018 Jul-Sep; 6(3): 160-164.

**Citazione 5** VIEIRA-JUNIOR, Waldemir-Francisco, et al. Correlation between alteration of enamel roughness and tooth color *Journal of clinical and experimental dentistry*, 2018, 10.8: e815.

**Citazione 6** LUSSI A., T. Jäggi, S. Schärer; The Influence of Different Factors on in vitro Enamel Erosion. *Caries Res* 1 May 1993; 27 (5): 387–393.

**Citazione 7** HUGHES, JA, West, NX e Addy, M: L'effetto protettivo dei trattamenti al fluoro contro l'erosione dello smalto *in vitro*. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2004. 31: 357-363.

**Citazione 8** HOJO, Kenichi, et al. Bacterial interactions in dental biofilm development. *Journal of dental research*, 2009, 88.11: 982-990.

**Citazione 9** ZIJNGE V, van Leeuwen MBM, Degener JE, Abbas F, Thurnheer T, et al. (2010) Oral Biofilm Architecture on Natural Teeth. *PLOS ONE* 5(2): e9321.

**Citazione 10** ROSAN, Burton; LAMONT, Richard J. Dental plaque formation. *Microbes and infection*, 2000, 2.13: 1599-1607.

**Citazione 11** LEVINE, M. J., et al. Structural aspects of salivary glycoproteins. *Journal of dental research*, 1987, 66.2: 436-441.

**Citazione 12** WHITE, Donald J. Dental calculus: recent insights into occurrence, formation, prevention, removal and oral health effects of supragingival and subgingival deposits. *European journal of oral sciences*, 1997, 105.5: 508-522.

**Citazione 13** ABRAHAM, J., et al. A case study of elemental and structural composition of dental calculus during several stages of maturation using SRXRF. *Journal of Biomedical Materials Research Part A: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 2005, 75.3: 623-628.

**Citazione 14** VAN PALENSTEIN HELDERMAN, W. H., et al. Gingival recession and its association with calculus in subjects deprived of prophylactic dental care. *Journal of clinical periodontology*, 1998, 25.2: 106-111.

**Citazione 15** CASULA, Ignazia, et al. L'igienista dentale come protagonista nella prevenzione delle patologie parodontali e perimplantari. *RIVISTA ITALIANA IGIENE DENTALE*, 2019, 5.15: 233-239.

**Citazione 16** NAKRE, Priya Devadas; HARIKIRAN, A. G. Effectiveness of oral health education programs: A systematic review. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 2013, 3.2: 103-115.

**Citazione 17** - FIORILLO, Luca. Oral health: the first step to well-being. *Medicina*, 2019, 55.10: 676.

**Citazione 18** PÉREZ-PORTILLA, Tanny, et al. L'importanza dello spazzolamento dei denti e dell'igiene orale nel mantenimento della salute orale. 2023.

**Citazione 19** WANG, Pei, et al. Comparison of the effectiveness between power toothbrushes and manual toothbrushes for oral health: a systematic review and meta-analysis. *Acta Odontologica Scandinavica*, 2020, 78.4: 265-274.

**Citazione 20** LOSCOS, F., et al. Periodoncia para el higienista dental. *Periodoncia y osteointegración*, 2005, 15.1: 43-58.

**Citazione 21** POYATO-FERRERA, M.; SEGURA-EGEA, JJ; BULLÓN-FERNÁNDEZ, P. Confronto della tecnica Bass modificata con le normali pratiche di spazzolamento dei denti per l'efficacia nella rimozione della placca sopragengivale. *International journal of dental hygiene*, 2003, 1.2: 110-114.

**Citazione 22** HARNACKE, Daniela, et al. Migliorare le capacità di igiene orale tramite formazione basata sul computer: un confronto randomizzato controllato delle tecniche Bass modificate e Fones. *PloS one*, 2012, 7.5: e37072.

**Citazione 23** TJIPTONINGSIH, Umi Ghoni, et al. Tecniche efficaci di spazzolatura dei denti in base alle condizioni del tessuto parodontale: una revisione narrativa. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 2023, 2.7: 1649-1662.

**Citazione 24** GRIFFIN, Susan O., et al. The effectiveness of sealants in managing caries lesions. *Journal of dental research*, 2008, 87.2: 169-174.

**Citazione 25** OONG, Ella M., et al. L'effetto dei sigillanti dentali sui livelli di batteri nelle lesioni cariose: una revisione delle prove. *The Journal of the American Dental Association*, 2008, 139.3: 271-278.

**Citazione 26** BASSO, M., et al. I cementi vetroionomerici: nuove prospettive nella pratica clinica. *DENTAL CADMOS*, 2010, 78.6.

**Citazione 27** PETERSSON, Lars G. Il ruolo del fluoro nella gestione preventiva dell'ipersensibilità dentinale e della carie radicolare. *Clinical oral investigations*, 2013, 17: 63-71.

**Citazione 28** GAO, Sherry Shiqian, et al. Caries remineralisation and arresting effect in children by professionally applied fluoride treatment—a systematic review. *BMC oral health*, 2016, 16: 1-9.

**Citazione 29** NG, Ethan, et al. L'efficacia dei dispositivi di lucidatura ad aria nella terapia parodontale di supporto: una revisione sistematica e una metanalisi. *Quintessence Int*, 2018, 49.6: 453-467.

**Citazione 30** MARTINI O, Costa Un, Silva D. L'efficacia dei dispositivi di lucidatura ad aria nella terapia parodontale di supporto: risultati clinici, microbiologici e incentrati sul paziente. Una revisione sistematica. *Int J Dent Hygiene*. 2023.

**Citazione 31** PETERSILKA, Gregor J., et al. Valutazione in vitro di nuove polveri per lucidatura ad aria a bassa abrasività. *Journal of clinical periodontology*, 2003, 30.1: 9-13.

**Citazione 32** BÜHLER, Julia, et al. Analysis of the effects of air polishing powders containing sodium bicarbonate and glycine on human teeth. *Clinical oral investigations*, 2015, 19: 877-885.

**Citazione 33** ORO, EMMA. Effetti dell'Air polishing bidirezionale con polvere di Eritritolo: studio sperimentale in vitro.

**Citazione 34** FRANKENBERGER, Roland, et al. L'effetto di diverse polveri di lucidatura ad aria sul legame della dentina. *Journal of Adhesive Dentistry*, 2007, 9.4.

**Citazione 35** GRAUMANN, Sarah J.; SENSAT, Michelle L.; STOLTENBERG, Jill L. Lucidatura ad aria: una revisione della letteratura attuale. *American Dental Hygienists' Association*, 2013, 87.4: 173-180.

**Citazione 36** SCHOILEW, Kyrill, et al. Valutazione clinica di nanocompositi bulk-fill e universali in cavità di classe II: risultati quinquennali di uno studio clinico randomizzato split-mouth. *Journal of Dentistry*, 2023, 128: 104362.

**Citazione 37** KLEVERLAAN, Cornelis J.; VAN DUINEN, Raimond NB; FEILZER, Albert J. Proprietà meccaniche dei cementi vetroionomerici influenzati dai metodi di polimerizzazione. *Materiali dentali*, 2004, 20.1: 45-50.

**Citazione 38** SIMON, C. J.; MUNIVENKATAPPA LAKSHMAIAH VENKATESH, P.; CHICKANNA, R. Efficacy of glycine powder air polishing in comparison with sodium bicarbonate air polishing and ultrasonic scaling—a double-blind clinico-histopathologic study. *International Journal of Dental Hygiene*, 2015, 13.3: 177-183.

**Citazione 39** MILIČEVIĆ, Ante, et al. Rugosità superficiale dei cementi vetroionomerici dopo l'applicazione di diverse tecniche di lucidatura. *Acta stomatologica Croatica: International journal of oral sciences and dental medicine*, 2018, 52.4: 314-321.

**Citazione 40** GIACOMELLI, Luca, et al. Effect of air polishing with glycine and bicarbonate powders on a nanocomposite used in dental restorations: an in vitro study. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 2011, 31.5: 545.

**Citazione 41** BABINA, Ksenia, et al. The effect of ultrasonic scaling and air-powder polishing on the roughness of the enamel, three different nanocomposites,

and composite/enamel and composite/cementum interfaces. *Nanomaterials*, 2021, 11.11: 3072.

**Citazione 42** CARRIÓ, Daniela Janeth Calderón, et al. Resistencia a la fractura en restauraciones con composite y con cemento de ionomero vitreo/composite en cavidades clase I. Estudio in vitro. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 2022, 7.3: 6.

**Citazione 43** OSORIO, E., et al. Valutazione della rugosità dello smalto in seguito a trattamenti di air-polishing eseguiti con vetri bioattivi. *Prevenzione & Assistenza Dentale*, 2011, 37.4: 123-129.

**Citazione 44** COSCARELLA, Paola, et al. Studio sperimentale in vitro con microscopio elettronico a scansione delle superfici dentali trattate con tre diverse polveri di Air-Polishing: risultati preliminari.

**Citazione 45** AYDIN, Numan, et al. Effect of finishing and polishing systems on the surface roughness and color change of composite resins. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 2021, 13.5: e446.

**Citazione 46** ERAM, Afiya, et al. Air-Abrasion in Dentistry: A Short Review of the Materials and Performance Parameters. *Journal of Biomedical Physics & Engineering*, 2024, 14.1: 99.

**Citazione 47** PETERSILKA, Gregor, et al. Effect of glycine powder air-polishing on the gingiva. *Journal of clinical periodontology*, 2008, 35.4: 324-332.

**Citazione 48** DELPRIORE, Katherine, et al. Comparative evaluation of subgingival scaling and polishing techniques on dental material surface roughness. *American Journal of Dentistry*, 2023, 36.4: 207-212.

**Citazione 49** GONG, Jingjue; HUANG, Xin; YUAN, Shuang. Comparative study on the effects of different polishing methods on tooth surface microstructure and roughness following initial periodontal treatment. *Clinical and Experimental Dental Research*, 2024, 10.1: e851.

**Citazione 50** NÉMETH, Kinga Dorottya, et al. Effect of air-polishing and different post-polishing methods on surface roughness of nanofill and microhybrid resin composites. *Polymers*, 2022, 14.9: 1643.

**Citazione 51** GÜLER, Ahmet Umut, et al. Effects of air polishing powders on the surface roughness of composite resins. *Journal of dental sciences*, 2010, 5.3: 136-143.

**Citazione 52** NITHYA, Kumar, et al. Evaluation of surface roughness, hardness, and gloss of composites after three different finishing and polishing techniques: an in vitro study. *Cureus*, 2020, 12.2.

**Citazione 53** FRANCISCONI, Luciana Fávoro, et al. Cementi vetroionomerici e il loro ruolo nel restauro di lesioni cervicali non cariose. *Journal of Applied Oral Science*, 2009, 17: 364-369.

**Citazione 54** LUDOVICHETTI, Francesco Saverio, et al. Effetto della molatura e della lucidatura sulla rugosità e sulla resistenza alla frattura di materiali monolitici cementati CAD-CAM sottoposti a invecchiamento meccanico. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2019, 121.5: 866. e1-866. e8.

**Citazione 55** LEKNES, Knut N. The influence of anatomic and iatrogenic root surface characteristics on bacterial colonization and periodontal destruction: a review. *Journal of periodontology*, 1997, 68.6: 507-516.

**Citazione 56** WAERHAUG, JENS. Presence or absence of plaque on subgingival restorations. *European Journal of Oral Sciences*, 1975, 83.4: 193-201.